Relativität und Realität

Zur Physik und Philosophie der allgemeinen und der speziellen Relativitätstheorie

von
Max Drömmer

1. Auflage

mentis 2008

Verlag C.H. Beck im Internet:
www.beck.de
ISBN 978 3 89785 216 7

Zu Inhaltsverzeichnis

Max Drömmer

Relativität und Realität

Zur Physik und Philosophie der allgemeinen und der speziellen Relativitätstheorie

mentis
PADERBORN

EINLEITUNG

1. Um was es geht

Es geht um eine Analyse der beiden relativistischen Theorien. Die Analyse zielt (a) auf Antworten zu *wissenschaftstheoretischen Fragen* (Fragen nach den Grundbegriffen und Axiomen der beiden Theorien, Fragen der Konsistenz, der Wahrheit, der Brauchbarkeit, der Bestätigung). Es werden (b) Fragen behandelt, die eher dem Gebiet der *analytischen Philosophie* zuzurechnen sind (Fragen nach der genauen Bedeutung der Koordinaten in den Gesetzen der Theorien; Fragen nach der Bedeutung von ›Raumzeit‹, ›Zeitdilatation‹, ›Lorentzkontraktion‹; Fragen danach, was mit den wortsprachlich formulierten relativistischen Prinzipien gemeint ist; Fragen nach der formalen Struktur der Sprache, in welcher die spezielle bzw. die allgemeine Relativitätstheorie formuliert ist). Schließlich (c) geht es um *psychologisch-historische Fragen* (Fragen nach der Motivation, die zur Aufstellung der Theorien führte und nach ihrem historischen Kontext).

2. Was wird vorausgesetzt?

Die folgenden Texte sind für physikalisch *und* philosophisch interessierte Leser gedacht. Also z. B. für philosophisch interessierte Physiker und physikalisch interessierte Philosopen, aber auch für Leser, die ohne grosse Vorbildung bereit sind Zeit und einige Mühe aufzuwenden. Umfangreiche Kenntnisse in Mathematik und (oder) Physik werden nicht vorausgesetzt. Die spezielle Relativitätstheorie erfordert nicht viel Mathematik. Auch die allgemeine Relativitätstheorie kann man in ihrer mathematischen Struktur – so wie sie im Folgenden dargestellt wird – verstehen ohne ein Experte in Differentialgeometrie zu sein. Grundkenntnisse sind natürlich vorteilhaft. Neben Grundkenntnissen in Mathematik und Physik sind Grundkenntnisse in Logik von Vorteil. Die Schreibweise der Formeln weicht der Genauigkeit halber gelegentlich vom Üblichen ab, was für viele (hoffentlich) eine Hilfe aber für andere auch ein Hindernis sein kann. Die Analyse führt nicht immer zu dem, was man erwarten würde. Vorurteilslosigkeit ist verlangt. Positive und negative Vorurteile die relativistischen Theorien betreffend sollten beiseite bleiben.

Die Kapitel sind zum guten Teil unabhängig voneinander lesbar, sie stützen sich gegenseitig. Sie überschneiden sich öfters; es gibt Wiederholungen; das ermöglicht es eventuell einzelne Kapitel zu lesen ohne alles Vorangehende gelesen zu haben.

3. Eine kritische Beurteilung der relativistischen Theorien?

Im großen Ganzen ist die vorliegende Schrift bei aller Achtung vor Einsteins Ideen und der ungeheuren Arbeit, die auf diesem Gebiet von zahlreichen Forschern geleistet wurde, eher kritisch als zustimmend. Merkwürdigerweise gibt es zwar unter Physikern ((2)), aber kaum unter Philosophen kritische Stimmen, obwohl Einsteins Theorien immense Konsequenzen für die Zulässigkeit von Begriffsbildungen betreffend Raum und Zeit (›da‹, ›jetzt‹) nach sich ziehen. Es gibt im Gegenteil so etwas wie eine Ängstlichkeit der Philosophen auf diesem Gebiet. Sie fürchten wohl mit den vielen teils wirklich verrückten teils nur zu wenig informierten Außenseitern in Zusammenhang gebracht zu werden, die bis heute gegen die relativistischen Theorien mit falschen Argumenten streiten. Man sollte diese Streiter nicht verachten. Denn Einsteins Theorien sind von besonderer Art. Sie fordern allzu schnelle Kritik geradezu heraus. Insbesondere wird die spezielle Relativitätstheorie für Leute, die genau nachdenken wollen, leicht zu einer Fallgrube. In dieser Hinsicht besser gestellt sind die Leichtgläubigen, etwa Physikstudenten, welche die Formeln fürs Examen lernen oder Journalisten, die interessiert sind, *weil* ihnen die Theorie einerseits grossartig andererseits aber auch (mit gewissem Recht) unverständlich erscheint.

Das Resultat der kritischen Überlegungen der folgenden Schrift wird u. a. sein:

(1) Es gibt immense Schwierigkeiten zu verstehen, was man in der speziellen Relativitätstheorie genau genommen aussagen will (kann, soll).

(2) Die allgemeine Relativitätstheorie ist eine Theorie, die man höchstens ohne ihren Anspruch auf allgemeine Relativität akzeptieren kann.

(3) Ob die geometrische Methode – wie sie in der allgemeinen Relativitätstheorie verwendet wird – für die Physik vorteilhaft oder nachteilig ist, ist eine offene Frage. Es gibt starke Argumente, die gegen eine Geometrisierung der Physik sprechen.

4. Einführende Präliminarien

Die folgenden Bemerkungen sind hauptsächlich für Nicht-Physiker gedacht. Wer mit der allgemeinen Relativitätstheorie schon einigermaßen oder sogar gut vertraut ist, könnte ohne die Präliminarien mit Kap. 6 oder 2 und 9 oder auch Kap. 15(6) zu lesen beginnen. Logiker und hauptsächlich philosophisch-analytisch Interessierte sollten vielleicht zuerst Kap. 1 und Kap. 12 lesen.

Um die Formeln der allgemeinen Relativitätstheorie zu verstehen, muss man sich zuerst einmal Gedanken über die *klassischen* Konventionen machen, welche die Physiker mit *Koordinatenangaben* ⟨ x,y,z ⟩ oder ⟨ x,y,z,t ⟩ verbinden (genauer gesagt: solche n-Tupel haben die Physiker im Sinn, schreiben sie aber nicht hin). In der Physik sollen solche Zahlen-n-Tupel (z.B. mit n = 1,2,3) eventuell Ortsangaben sein oder Vektoren, welche Geschwindigkeiten, Beschleunigungen, Kräfte etc. andeuten und wie Pfeile Größe und Richtung haben. Für Vektoren werden die Eigenschaften der Addition, Subtraktion und verschiedene Arten von Multiplikationen definiert. Ein Tripel reeller Zahlen wie „⟨ 1,5,3 ⟩" kann im physikalischen Kontext eine bloße Ortsbezeichnung sein, also ein Hinweis auf einen Ort, vermittelt z.B. durch ein kartesisches Koordinatengerüst – durch einen in der realen Welt gedachten Bezugskörper – zu einer bestimmten Zeit. Eine Ortsbezeichnung eines Koordinatengerüstes ist tatsächlich so etwas wie ein Hinzeigen:

›da‹

(sozusagen) – man kann einen Ort letztlich nur durch Hinzeigen angeben. Der Hinweis auf den Ort wird im Gebrauch eines kartesischen Gerüsts (drei-Achsen-Methode) natürlich anders bewerkstelligt wie beispielsweise in einem Kugelkoordinatengerüst (Radius-Winkel-Methode). Dass „⟨ 1,5,3 ⟩" eine Ortsbezeichnung ist, ergibt sich eventuell daraus, dass „⟨ 1,5,3 ⟩" der Wert einer Ortsfunktion ist, wobei intuitiv (nicht formal) schon festliegt, was mit einer Ortsfunktion gemeint ist (natürlich wird auch Formales von einer Ortsfunktion verlangt z.B., dass sie reelle Zahlen als Argumente und Tripel reeller Zahlen als Werte hat und dass sie mindestens zweimal differenzierbar ist, was auch empirisch bedeutsam ist).

„⟨ 1,5,3 ⟩" kann auch der Wert der ersten Ableitung einer Ortsfunktion und damit eine Geschwindigkeitsangabe, ein Vektor sein. Bezüglich der Geschwindigkeitsangaben gibt es eine zusätzliche physikalische Konvention, welche sich von dem Sprachgebrauch „Geschwindigkeit" der Alltagssprache unterscheidet. In der Alltagssprache macht man einen Unterschied zwischen der augenblicklichen Geschwindigkeit eines Fahrzeugs (z.B. 130 km/st) und der Richtung, in die das Fahrzeug fährt. Anders gesagt unterscheidet man zwischen der Größe der Geschwindigkeit und der Richtung der Bewegung. Beides packen die Physiker konventionell in einen Begriff: die Größe (der Betrag) der augenblicklichen Geschwindigkeit ⟨ x,y,z ⟩ soll nach dieser Konvention in kartesischen Koordinaten durch die Länge eines vom Nullpunkt ausgehenden (gedachten) Pfeiles festgelegt sein, der in die Richtung des kartesischen Ortes ⟨ x,y,z ⟩ und damit in die Richtung der augenblicklichen Bewegung zeigt. Die Pfeilspitze befindet sich an dem kartesischen Ort ⟨ x,y,z ⟩. Diese Konvention stimmt mit den Regeln der Ableitung von Ortsfunktionen überein. Man erhält diesen ›Pfeil‹ sozusagen in anderer Vorstellung angeheftet an den Punkt im Raum, wo sich das betreffende Teilchen gerade befindet, indem man die drei partiellen Ableitungen nach der Zeit bildet und die Resultate auf kartesische Weise zur Bestimmung des Ortes der ›Pfeilspitze‹ verwendet.